Beitrag
zur Frage der fötalen Elektrokardiographie

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde eines Doktor medicinae

der Universität Bern

vorgelegt von

Werner Borter

aus Interlaken, Kanton Bern

1944

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Auf Antrag von Herrn Prof. Dr. med. Ad. Liechti von der medizinischen Fakultät zum Druck als Dissertation genehmigt.

Bern, den 28. Juni 1944.

Der Dekan der Med. Fakultät:
Prof. Dr. med. E. Glanzmann.

Beitrag
zur Frage der fötalen Elektrokardiographie

Erschienen in Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie
Vol. 116, Fasc. 1/2 (Juli/August 1948).

Eine umwälzende Leistung ist zwar der Gedanke der fötalen Elektrokardiographie nicht; denn seitdem 1903 Einthoven mit dem Saitengalvanometer die praktische Grundlage zur Elektrokardiographie am Menschen geschaffen hat, lag es nahe, die Aktionsströme des fötalen intrauterinen Herzens graphisch zur Darstellung zu bringen. Wesentlich weniger leicht ist aber die Umsetzung der Idee in die Tat. Wenn es heute möglich ist, in der zweiten Hälfte des letzten Monates der Schwangerschaft in jedem Falle ein positives fötales Ekg. aufzunehmen, so braucht es dazu doch noch zu viel Liebe und Sorgfalt, als daß man von einer allgemein praktisch wichtigen diagnostischen Methode sprechen dürfte. Wenn es aber einmal gelingen wird, eine ganz einfache, in jedermanns Hand sichere Art der Aufzeichnung zu finden, dann wird dies für die Geburtshilfe ein schöner Schritt vorwärts bedeuten.

Die fötale Elektrokardiographie vermag Aufschluß zu geben über:

1. Leben oder Tod der Frucht.
2. Zahl der Föten (Mehrlingsschwangerschaft).
3. Lage und Stellung der Frucht in utero.
4. Zustand des Herzens und des kindlichen Kreislaufes: Frequenz, Rhythmus, Kreislaufanomalien, Nabelschnurkomplikationen.

(Daraus Indikationen zu operativen Eingriffen.)

5. Probleme der Physiologie und Pathologie der Schwangerschaft: Einfluß der Wehen, des Fiebers, verschiedener Medikamente, der Narkotika, Wechselbeziehungen zwischen Mutter und Kind.

bei den von uns verwendeten Plattenelektroden. Einen merklichen Einfluß dieser Widerstandsunterschiede aber auf die Höhe der fötalen Zacke, die mit dem postfötalen R-Komplex identisch ist, konnte ich deswegen nicht feststellen, im Gegensatz zu den immer gleichzeitig geschriebenen mütterlichen Zacken, die mit höherem Widerstand bei meiner Versuchsanordnung niedriger werden. Die Saugelektroden sind bei höchsten Verstärkungen subtil in ihrer Handhabung.

Nadelelektroden, die subkutan eingestochen, den Hautwiderstand umgehen sollten, zeigten keine wesentlich besseren Resultate.

Die beste und einfachste Elektrode ist ein verzinktes Kupferblech von 10×4 cm Größe, das wegen seiner Weichheit beliebig anmodelliert werden kann und mit einem breiten Gummiband der Bauchwand angepreßt wird.

Aus der Überlegung, daß Konzentration und Natur der Elektrolyte die Ausschlagsgröße der fötalen Zacken erhöhen könnten, wurden in dieser Richtung Versuche unternommen. Es zeigte sich, daß die Konzentration mit optimaler Dissoziation der Elektrolyte die geeignetste ist. Ich verdanke Herrn Dr. Beck, Assistent am Pharmakologischen Institut (Direktor: Prof. Dr. E. Bürgi) die Angabe eines Permeabilitätsstoffes: Guanidincarbonat. Er vermochte zwar die Ausschlagsgröße nicht zu beeinflussen, bewirkte aber eine sauberere Grundlinie als NaCl, was indirekt eine Verbesserung des Ekg. bedeutet. Andere Permeabilitätsstoffe, wie Sulforizinat, zusammen mit Aetylendiaminhydrat, Triaethylamin sollen noch ausprobiert werden.

Bei der Spannungsabnahme ging ich folgendermaßen vor: Die Elektrolyte wurden, nachdem die Haut vorher mit Alkohol entfettet worden war, sorgfältig in diese eingerieben, hierauf die betreffende Stelle mit einem in demselben Elektrolyten getauchten Leinenläppchen zugedeckt, damit feucht gehalten, und die Elektrode auf das Läppchen aufgelegt. Bei den Saugelektroden wurde das Läppchen mit einem Elastique straff an der Metallplatte festgemacht.

Die Kombination der verschiedenen Elektroden hat zu keinen besseren Resultaten geführt. Insbesondere hat die Verwendung von einer groß- und kleinflächigen Elektrode, also einer indifferenten Elektrode auf den Kopf und einer differenten auf den Steiß, nur einen unbedeutend besseren Ausschlag ergeben.

Als Rektalelektrode wurde ein 5 cm langes, 1,5 cm breites, beidseits abgerundetes, hohles und aufschraubbares, vernickeltes Metallstück konstruiert. Den Hohlraum füllt man mit Gazestücken, die in einen Elektrolyten von physiologischer Konzentration getaucht werden. Durch zahlreiche Poren kann der Elektrolyt an die meist wenig feuchte Darmmukose gelangen. Ein bewegliches, isoliertes Kabel führt nach außen. Da eine solche ins rectum eingebrachte Elektrode weder Beschwerden macht, noch überhaupt sinnlich wahrgenommen werden kann, zeigten sich, entgegen den vorne erwähnten Angaben von *Sachs,* nie störende Verzitterungen der Grundlinie, die wohl in seinem Falle auf Aktionsströme der glatten und quergestreiften Muskulatur zurückgeführt werden müssen.

Die elektrische Herzachse des Föten.

Um von den Bauchdecken ein Maximum an Spannung abnehmen zu können, müssen die Elektroden in der Richtung der elektrischen Herzachse des Föten angelegt werden. Die Richtung der elektrischen Herzachse gibt die Richtung der Erregungsleitung im Herzen wieder und ist bei normalem Erregungsablauf abhängig von der Lage des Herzens im Brustkorb. Während nun beim Erwachsenen die Herzachse normal schräg nach links unten verläuft, finden wir sie beim Föten, wegen dem sehr kräftigen rechten Ventrikel senkrecht bis leicht nach rechts gestellt. Besonderes Interesse müssen für uns Frühgeburten haben, weil man annehmen darf, daß in bezug auf die Herzverhältnisse des Föten in utero in den letzten Monaten weitgehend Analogie mit den Befunden bei Frühgeburten bestehen wird. *Räihä*[13] hat 1936 nachgewiesen, daß in der großen Mehrzahl der Fälle bei Frühgeborenen der Winkel zwischen elektrischer Herzachse und oberer, horizontaler Dreieckseite des Einthoven-Schemas 100° beträgt, die Herzachse also annähernd senkrecht verläuft. *Nádrai*[10] findet 1938 nicht nur bei Frühgeborenen, sondern auch bei normalzeitig Geborenen stets einen leichten Rechtstyp. Die Herzachse des Föten verläuft also annähernd parallel mit der Fruchtachse. Die praktische Folge aus dieser Erkenntnis muß sein, daß beim Föten ein optimaler Ausschlag am Ekg.-Apparat zu erwarten ist, wenn man die Elektroden am Steiß und Kopf anlegt. Die Fruchtenden sind in den letzten Schwangerschaftswochen meist leicht durch Palpation festzustellen. Eine Differenzierung von Steiß und Kopf, die oft schwierig ist,

braucht keineswegs vorgenommen zu werden; sie wird durch das Ekg. ja ohnehin sofort klargestellt. Man wird also bei Längslagen, bei denen die Frucht ja selten genau in der Mediane liegt, sondern meist leicht diagonal, in der Regel ableiten vom rechten Oberbauch nach einer Stelle links unten, etwas über der Symphyse, oder vom linken Oberbauch nach einer Stelle rechts unten, etwas über der Symphyse. Sehr deutlich wird die Abhängigkeit der positiven Ableitung von der Fruchtachse bzw. elektrischer Herzachse bei der Querlage. Hier kann man nur bei seitlichem Anlegen der Elektroden an die Bauchwand zu positiven Resultaten gelangen, entgegen der Längslage, wo seitliches Ableiten versagt. Schon 1923 macht *Sachs* in seinen Ekg.-Studien unter Berufung auf eine Arbeit von *Vogt*[17] darauf aufmerksam, daß rechte und linke Kammer des Föten gleich stark entwickelt seien, die Herzachse also in der Geraden verlaufen müsse. Er zieht aber keine Schlüsse daraus. 1923 haben *Haynal* und *Kellner*[7] vom Fundus zur Symphyse abgeleitet, ohne zu beweisenden Erfolgen zu gelangen. 1931 schreibt *Collatz*[2], man erhalte die besten fötalen Zacken, wenn man in der Längsachse des Föten ableite. Er erwähnt, daß bei unsicherer Lage, man durch mehrere Ableitungen die Kindslage feststellen könne, indem eine positive Ableitung mit der Längsachse des Föten zusammenfalle. Ebenso weist *Bell* 1938 darauf hin, daß die Ableitung Fundus-Symphyse die beste sei. *Pütz* und *Ullrich* nehmen mit dem großen Siemens-Verstärker drei Aufnahmen synchron auf, indem sie eine Elektrode über der Symphyse, je eine rechts und links vom Oberbauch anbringen.

Das Ansetzen der Elektroden irgendwo auf der Fruchtachse bzw. der elektrischen Achse auch bei Beachtung der Achsenrichtung genügt nicht. Man muß an den Frucht*enden* ableiten. So hat Spannungsabnahme am Orte, wo die Herztöne maximal hörbar sind, unter Anbringen der zweiten Elektrode an einem der beiden Fruchtenden nie zu guten, meist aber zu negativen Ekg. geführt.

Fruchtwasser, Weichteil-Widerstand und Hautwiderstand, Größe, Alter des Föten, Kindsbewegungen, Wehen.

Man möchte glauben, das Fruchtwasser sei das Haupthindernis bei der Abnahme der fötalen Herzspannungen. *Rech* hat 1923 die Meinung geäußert, die elektrischen Felder würden durch das Fruchtwasser in utero kurzgeschlossen, und es sei

deshalb wohl kaum je möglich, das fötale Ekg. aufzunehmen. Schon *Sachs* macht jedoch 1923 aufmerksam, daß das Fruchtwasser stark hypotonisch ist. Das spez. Gewicht beträgt im zehnten Monat: 1,005, die Gefrierpunktserniedrigung zirka 0,485, die elektrische spezifische Leitfähigkeit: 0,0107 cm^{-1} Ohm^{-1}. Das Fruchtwasser leitet damit am schlechtesten von allen physiologischen und pathologischen Körperflüssigkeiten. Nach *Bell* spielt das Fruchtwasser keine wesentliche Rolle. Nach dem Blasensprung hat er einerseits negative Resultate gesehen, anderseits bei reichlich Flüssigkeit, wie bei Zwillingen, positive Resultate erhalten.

Ich habe dieselben Erfahrungen gemacht. Es läßt sich mit einem breiten Gummiband die Elektrode mitsamt den Weichteilen leicht an die Fruchtenden anpressen und man erhält dadurch gerade bei viel Fruchtwasser oft sehr schöne Resultate, wie besonders ein Fall von Hydramnios gezeigt hat.

Das Haupthindernis, in jeder gleich alten Schwangerschaft zu gleichen Resultaten zu gelangen, liegt meiner Ansicht nach an dem individuell sehr verschiedenen elektrischen Widerstand, der zwischen Herz und Elektrode gelegenen Gewebe. Daß adipöse Bauchdecken schlecht leiten, ist klar, daß aber bei ungefähr gleichen Dickenverhältnissen der Bauchwand noch starke individuelle Schwankungen bei genau gleichen Versuchsbedingungen vorkommen, kann man öfters sehen. Man kommt zur Überzeugung, daß jeder menschliche Körper ein spezifisch persönliches Leitvermögen besitzt, das vermutlich abhängt von Elektrolytgehalt der Gewebe (Weichteilwiderstand) und von der Beschaffenheit der cutis und epidermis (Hautwiderstand). Es gibt also für die Elektrokardiographie günstige und weniger günstige Menschen, je nach ihrem elektrischen Erscheinungsbild.

Bell hält eine unterschiedliche Herzaktionsspannungsbildung, die die ungleichen Resultate erklären könnte, für unwahrscheinlich.

Ich glaube ebenso, daß gleichaltrige Fötalherzen kaum in ihrer elektrischen Leistung differieren. *Straßmann* macht 1938, *Dreßler, Morris, Moskowitz* 1941 darauf aufmerksam, daß die Größe des Kindes bei gleichem Alter im umgekehrten Verhältnis zur elektrokardiographischen Ausschlagsgröße stehe. Ich kann diese Erfahrung nicht widerlegen, aber auch nicht bestätigen. *Bell* schreibt 1935, daß Gewicht und Geschlecht ohne wesentlichen Einfluß seien. Daß mit zunehmendem Alter

des Föten die Aufzeichnung der Herzströme immer besser gelingt, geht aus allen Arbeiten hervor.

Cremer glaubt schon 1906 die unruhige Grundlinie auf Kindsbewegungen zurückführen zu können. *Nörr* sah periodische Schwankungen bei seinen Aufnahmen an trächtigen Stuten. *Haynal* und *Kellner* machen aufmerksam auf plötzlich einsetzende starke Schwankungen und plumpe Ausschläge, die als Kindsbewegungen gedeutet werden. Auch *Straßmann* und *Steffan* berichten von unregelmäßigen Zacken ungleicher Intensität.

Ich habe Gelegenheit gehabt, mit dem Liechti-Elektrokardiograph am Fluoreszenzschirm der Kathodenstrahlröhre während der Aufnahme beliebig lange das Ekg. zu verfolgen. Es ist mir nie gelungen, die Schwankungen der Grundlinie einwandfrei auf Kindsbewegungen zurückzuführen. Man hat zu bedenken, daß jede feinste Druckänderung der aufgelegten Elektroden gegenüber der Haut, sei es durch Atembewegungen oder aus irgendwelchen anderen Gründen, die Grundlinie durch Veränderung der Polarisationsspannungen in Bewegung bringt.

Während der Aufnahme eintretende Vorwehen haben einerseits das bekannte Bild des Muskelzitterns, anderseits ein rasches Auf- und Niedergehen der Nullinie (Elektroden) zur Folge gehabt, so daß jegliche saubere Aufnahme durch sie verunmöglicht wurde.

Der Elektrokardiograph.

Zur Anwendung kamen zwei Modelle des LKB-Elektrokardiographen nach *Liechti*. Es handelt sich um einen Apparat für Vollnetzanschluß mit Gleichspannungsverstärker nach *König*[8] in einer speziellen Schaltung für Störkompensation und Nullpunktstabilisierung.

Der handliche Apparat läßt sich dank der weitgehenden Entstörung in jedem beliebigen Raum, in unserem Falle im Krankenzimmer der Hausschwangeren des Frauenspitals, aufstellen und ans Wechselstromnetz anschließen. Eine variable Zeitablenkung erlaubt, auf dem Fluoreszenzschirm der Kathodenstrahlröhre die Herzaktion in Form des geschriebenen Ekg. beliebig lange fortlaufend zu verfolgen. Zur gewünschten Zeit kann man durch die parallel geschaltete zweite Röhre das Ekg. niederschreiben, ohne in der Beobachtung irgendwie gestört zu werden. Es wird damit möglich, vor der Photogra-

phie solange einzustellen und zu korrigieren, bis eine saubere Aufnahme sicher sein wird. Durch Einstellen von Amplitude und Phase kann der von außen gelegenen Störfeldern (Lichtnetz, elektrische Maschinen, therapeutische und diagnostische elektrische Apparate) in den Apparat gelangende Wechselstrom des Netzes herauskompensiert werden, so daß man eine schöne Nullinie erhält. Ein Abschirmen des Patienten oder gar die Arbeit in einem abgeschirmten Raum, wie das *Pütz* und *Ullrich* 1941 getan haben, wird damit unnötig. Es ist höchstens angezeigt, bei Arbeiten mit größten Verstärkungen das Krankenbett, sich selbst und Zuschauer zu erden, was man durch Angreifen des Apparatgehäuses erreicht.

Die maximale Verstärkung in Form des Ausschlages auf den Flimstreifen beträgt bei Aufdrücken einer Wechselstromeichspannung von 1 mV für den einen Apparat (Nr. 01) 20 mm, für den andern (Nr. 03) 42,5 mm.

Näheres über den Apparat findet sich in Publikationen von Ad. *Liechti* [9] und H. *König* [8].

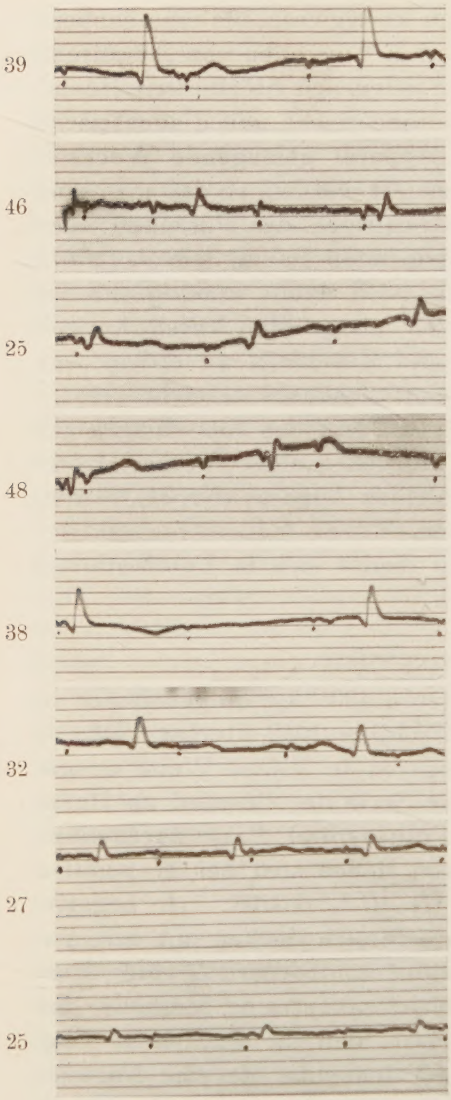
Versuchsergebnisse.

Es wurden an 51 Schwangeren 433 Ekg. aufgenommen in drei Serien: Winter 1941/42, Frühling 1942, Herbst 1942.

Dabei wurden die Schwangeren in keiner Weise ausgewählt, sondern jeweils in einer Serie der Bestand an Hausschwangeren im kantonalen Frauenspital Bern durchuntersucht. Von den 51 Schwangeren ließen sich bei 37 positive Ekg. aufnehmen. Zehn waren fraglich positiv, vier negativ.

Pütz und *Ullrich* haben ihre fötalen Zacken mit der synchronen Registrierung der Herztöne kontrolliert. *Dreßler, Morris, Moskowitz* wenden eine elektroakustische Methode, das Stethogramm, an, um zu beweisen, daß die Zacken im Ekg. wirklich fötalen Ursprungs sind. Ich habe nie eine Notwendigkeit solcher Kontrollen empfunden; denn wenn das fötale Ekg. wirklich positiv ist, und nur dann hat es einen praktischen Wert, dann ist es derart typisch, daß weder Zweifel noch Verwechslung möglich sind.

Eine gleichzeitige Kontrolle der Herztöne ist nur von Nutzen für jene zweifelhaften Fälle, bei denen wohl vermutlich fötale Zacken vorliegen, bei denen aber entweder die Zacken nicht auf dem ganzen Verlaufe des Streifens nachweisbar sind, oder bei denen die sonst auf Millimeter gleich großen Abstände von Zacke zu Zacke auffallend verändert sind.



H. F. 27j. 7 Tage vor 1. Geburt.
Abl.: Steiß-Kopf. Plattenelektr.

T. M. 25j. 14 Tage vor 1. Geburt.
Abl.: Steiß-Kopf. Plattenelektr.

B. K. 40j. 11 Tage vor 4. Geburt.
Abl.: Steiß-Kopf. Plattenelektr.

B. M. 24j. 24 Tage vor 3. Geburt.
Abl.: Steiß-Kopf. Plattenelektr.

H. H. 32j. 26 Tage vor 1. Geburt.
Abl.: Steiß-Kopf. Plattenelektr.

W. A. 30j. 31 Tage vor 2. Geburt.
Abl.: Steiß-Kopf. Plattenelektr.

J. M. 19j. 3 Tage vor 1. Geburt.
Steißlage.
Abl.: Kopf-Steiß. Plattenelektr.

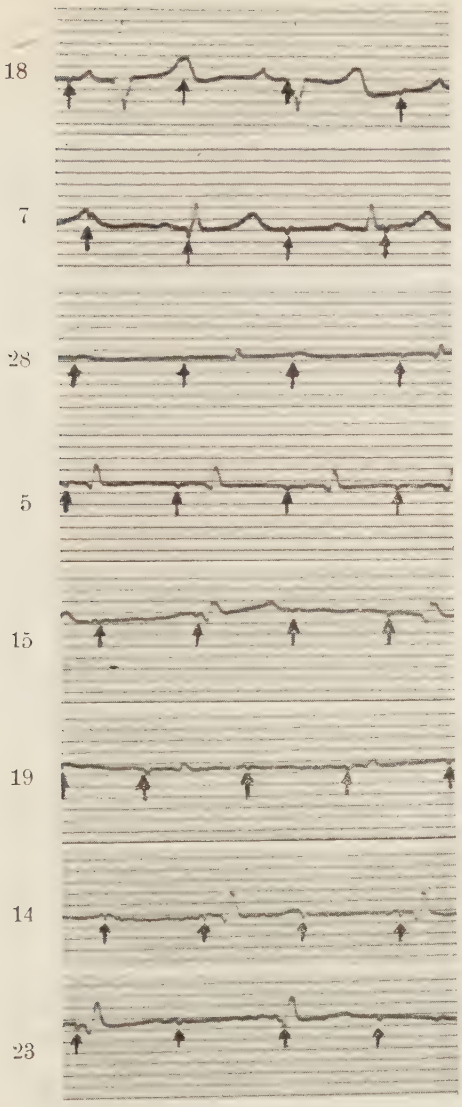
B. E. 25j. 18 Tage vor 2. Geburt.
Querlage.
Abl. seitlich vom Abdomen.

Abb. 1.

Diese Fälle werden hier als fraglich positive Ekg. bezeichnet, und von den über jeden Zweifel erhabenen positiven Ekg. getrennt; dabei wurde ein sehr strenger Maßstab angelegt.

Eine Wertung der Versuchsergebnisse hat nur Sinn, wenn man sie zum wichtigsten Faktor, dem der Zeit der Schwangerschaft, in Beziehung setzt:

Bis zum 15. Tage vor der Niederkunft ergaben alle von den Schwangeren aufgenommenen Ekg., nämlich von 25 Fäl-



H. M. 21j. 11 Tage vor 1. Geburt
Strassmann'sche Ableitung.
Abl.: Re. Arm-li. Oberschenkel.

W. H. 27j. 12 Tage vor 4. Geburt.
Viel Fruchtwasser.

Abl.: Steiß-Kopf. Saugelektr. angepreßt.

Sch. A. 28j. 2 Tage vor 2. Geburt.
Adipöse Bauchd. Niedervoltage.

Abl.: Steiß-Kopf. Plattenelektr.

F. N. 15j. 17 Tage vor 1. Geburt.

Abl.: Steiß-Kopf. Saugelektr.

K. F. 33j. 11 Tage vor 1. Geburt.

Abl.: Steiß-Kopf. Nadelelektr.

Sch. M. 21j. 7 Tage vor 1. Geburt.

Abl.: Steiß-Rectum.

W. M. 36j. 12 Tage vor 5. Geburt.
Kombination von Nadelelektr. am Steiß, Saugelektr. am Kopf.

N. M. 26j. 14 Tage vor 4. Geburt.
Kombination von Nadelelektr. am Steiß, Plattenelektr. am Kopf.

Abb. 2.

len, ausnahmslos positive Resultate (in einem einzigen negativen Falle wurde das Kind fünf Tage später in völlig mazeriertem Zustand geboren). Erst am 20. Tage vor der Niederkunft trat das erste negative Ekg. auf.

Günstiger wird das Bild, wenn man nur die mit dem LKB-Elektrokardiograph Nr. 03 höher verstärkten Ekg. der letzten Versuchsperiode in Betracht zieht, wobei dazu kommt,

daß die als Standardableitung erkannte Spannungsabnahme an den Fruchtenden durchwegs zur Anwendung kam.

Von 23 Schwangeren ließen sich bei 19 positive Ekg. ableiten. Das erste fraglich positive Resultat tritt erst am 32. Tage vor der Niederkunft auf. Abgesehen von dem schon oben erwähnten Fall von intrauterinem Fruchttod findet sich überhaupt kein sicher negatives Ekg.

Bell konnte in einem Fall 34 Tage vor der Geburt ein positives Ekg. ableiten. In unserem Material findet sich ein positiver Fall am 31. Tag (Nr. 32) vor der Geburt. Fraglich positive Ekg. finden sich vier vor dem 30. Tag, eines davon 2½ Monate vor der Niederkunft.

Zur Nachkontrolle der *Straßmann*'schen Angaben wurden bei 48 Schwangeren je vier Extremitätenableitungen ausgeführt:

1. Rechter Oberarm — linker Oberschenkel.
2. Linker Oberarm — linker Oberschenkel.
3. Linker Oberarm — rechter Oberschenkel.
4. Rechter Oberarm — rechter Oberschenkel.

Die Abl. I (rechter Arm — linker Arm) wurde nicht ausgeführt, da sie nicht nur theoretisch schwerlich positiv werden kann (höchstens bei Querlage), sondern auch von *Straßmann* nie als positiv angegeben wird.

34 mal waren alle vier Ableitungen negativ, achtmal war eine oder selten mehr als eine positiv, sechsmal war eine Ableitung fraglich positiv.

Prozentzahlen von 87 % pos. Ekg. in den letzten zwei Monaten, wie sie *Straßmann* mit seinen Extremitätenableitungen erhalten hat, erscheinen reichlich problematisch, nachdem der Prozentsatz in unserer Nachkontrolle auf 17 % gesunken ist, gegenüber 73 % pos. Ekg. derselben Schwangeren bei Ableitung von den Fruchtenden.

Während den durchschnittlich 8—9 Ekg.-Aufnahmen pro Schwangere, die in der Regel über eine Stunde dauerten, wurde durch Auskultation die Frequenz des mütterlichen und kindlichen Herzens fortwährend geprüft. Aus 4—6 Auskultationen wurde für jede Mutter und jedes Kind eine Durchschnittsfrequenz errechnet. Während bei der Mutter die Herzfrequenz sehr labil war, im Anfang meist hoch und nach Überwindung der Aufregung tiefer, zeigte das Kind eine viel größere Konstanz seiner Herzfrequenz.

Vergleicht man die Durchschnitte von 47 Schwangeren

untereinander, dann zeigt sich auch hier eine größere Schwankungsbreite bei der Mutter:

Höchster Durchschnitt	112 Schläge/Minute		Differenz 56
kleinster „	66 „ „		= 50 %
gegenüber beim Kind:			
Höchster Durchschnitt	158 Schläge/Minute		Differenz 24
kleinster „	134 „ „		= 15 %

Das arithmetische Mittel aus allen 47 Durchschnitten ergibt für die Mütter: 82,3, für die Kinder: 144,8, was einem Durchschnittsverhältnis Mutter : Kind = 4 : 7 = 1 : 1,75 entspricht.

Am häufigsten, nämlich 15 mal, findet sich das Verhältnis 3 : 5 = 1 : 1,6. Hohe kindliche Frequenz (150) bei niedriger mütterlicher Frequenz (65) ergab als obere Grenze das Verhältnis 1 : 2,3.

In einem Falle, es war der Patientin übel, ohne daß aber Fieber bestand, zeigte der Puls eine Frequenz von 112 bei der Mutter, 145 beim Kind. Daraus ergibt sich als untere Grenze das Verhältnis 1 : 1,3.

Pütz und *Ullrich* fanden ein Verhältnis von 4 : 7 = 1 : 1,7 oder 5 : 11 = 1 : 2,2. *Straßmann* und *Mussey* fanden ein Verhältnis von 3 : 5 = 1 : 1,66 oder 4 : 7 = 1 : 1,75. Die Beobachtung von *Straßmann* und *Mussey,* wonach die Frequenzen der Mutter und des Kindes gleichnamig ändern, kann ich nicht bestätigen. Im Untersuchungsmaterial finden sich mehrere Fälle, wo das genaue Gegenteil vorliegt. Eine gegenseitige Gesetzmäßigkeit der beiden doch weitgehend autonomen Organe läßt sich nicht konstruieren.

Die Ausschlagsgröße der fötalen Zacken ist Ausdruck der abgenommenen Spannungsschwankung. Für den LKB-Elektrokardiographen Nr. 01 (maximale Verstärkung 20 mm/mV) beträgt der Durchschnitt der

Ausschlagsgröße	= 1,13 mm.
Kleinster Ausschlag	= 0,8 mm.
Größter Ausschlag	= 1,6 mm.

1,13 mm entspricht einer Spannung von 0,056 mVolt.

Für den LKB-Elektrokardiographen Nr. 03 (maximale Verstärkung 42,5 mm/mV) beträgt der Durchschnitt der

Ausschlagsgröße	= 1,54 mm.
Kleinster Ausschlag	= 1,0 mm.
Größter Ausschlag	= 2,5 mm.

1,54 mm entspricht einer Spannung von 0,035 mVolt.

Daß der fötalen Elektrokardiographie schon jetzt eine gewisse praktische Bedeutung zukommt, die auch von allen neueren Autoren durch verschiedene Beispiele belegt wird, mag das Folgende zeigen: In einem Falle wurde fünf Tage nach negativer Ekg.-Aufnahme ein Kind in schwer mazeriertem Zustand geboren. In einem andern Falle (Nr. 27) zeigte das Ekg. eine Steißlage an. Drei Tage später kam das Kind in vollkommener Fußlage zur Welt. Mehr als einmal war es nicht möglich, sicher den Kopf gegen den Steiß zu differenzieren. Das Ekg. entschied jeweils, und der Geburtsbericht bestätigte später den Befund. Das sichere Ausschließen einer Zwillingsschwangerschaft ist keineswegs leicht. Mit *Dreßler, Morris, Moskowitz,* die 1941 über zwei gleiche Fälle publizierten, kann ich berichten, daß auch bei uns in einem Falle, wo sich die Frage einer Zwillingsschwangerschaft stellte, das Ekg. eindeutig *ein* Kind nachwies. Schließlich konnte eine Querlage, die allerdings schon bei der Palpation als solche imponierte, mit dem Ekg. bestätigt werden (Nr. 25).

Zusammenfassung.

An 51 Schwangeren wurden 433 Ekg. aufgenommen. Bis zum 15. Tage und bei höherer Verstärkung bis zum 32. Tage vor der Niederkunft ließen sich bei sämtlichen Frauen positive, fötale Spannungsschwankungen nachweisen.

Als beste Ableitung wird die Spannungsabnahme mit Plattenelektroden von den Fruchtenden bezeichnet und begründet.

Zur Anwendung kam der Kathodenstrahlelektrokardiograph mit kompensiertem Gleichstromverstärker und Netzanschluß von Liechti.

Summary.

433 electro-cardiagraphs were made on 51 pregnant women. Up to the 15th day before delivery, and with increased intensification until the 32nd day, foetal intensity deviations were definitely positive in all the women.

The best conductor is shown and proved to be the intensification decrease with plate electrodes from the foetal extremities.

The Liechti kathode current electrocardiagraph with compensated direct current intensified and main contact was used.

Résumé.

On fit 433 électrocardiogrammes chez 51 femmes enceintes. Il fut possible de démontrer des oscillations positives d'origine foetale 15 jours avant l'accouchement et même 32 jours avant l'accouchement en utilisant une plus forte intensité.

La meilleure dérivation fut celle où on utilisa des électrodes à plaque placées aux extrémités foetales.

L'expérience fut faite avec un électrocardiographe à rayons cathodiques, muni d'un amplificateur à courant continu compensé, connecté au secteur (appareil du Prof. Liechti).

Riassunto.

A 51 donne gravide furono eseguiti 433 E.C.G. Sino al 15mo giorno — e con sensibilità spinta dell'apparecchio fino al 32mo giorno — prima del parto si poterono constatare in tutte le donne delle oscillazioni di tensione positive di origine fetale. Le migliori derivazioni si ottengono con elettrodi a lastre alle estremità del feto. A tale scopo venne impiegato l'elettrocardiografo a raggi catodici di Liechti con amplificatore compensato a corrente continua e attacco alle rete stradale.

Literaturverzeichnis.

[1] *Bell, G.H.,* Journ. Obstetr. 45, 802 (1938). — [2] *Collatz, B.,* Münch. med. Wschr., 78, 2 (1931). — [3] *Cremer, M.,* Münch. med. Wschr., 811 (1906). — [4] *Dressler, Morris, Moskowitz,* Amer. J. Obstetr., 775 (1941). — [5] *Foà,* Arch. Ital. Biol., 56 (1911). — [6] *Hansen* und *Rech, W.,* Arch. Gyn., 132, 57 (1927). — [7] *Haynal, E.* und *Kellner, D.,* Orvosi Hetilap (Ung.), 67, 646 (1923). — *Dieselben,* Z. klin. Med., 98, 365 (1924). — [8] *König, H.,* Helv. phys. acta, 13, 381 (1940). — [9] *Liechti, Ad.,* Radiol. Clin., *10,* 148 (1941). — *Derselbe,* Fschr. Röntgenstr., 65, 2 (1942). — [10] *Nádrai, A.,* Zschr. Kinderhk., 60, 285 (1938). — [11] *Nörr, J.,* Berl. Tierärztl. Wschr., 1, 2 (1921); Z. Biol., 73, 123/127 (1921). — [12] *Pütz, Th.,* und *Ullrich, O.,* Arch. Gyn., 171, 2 (1941). — [13] *Räikä, C.E.,* Acta paediatr., 18, 440 (1936). — [14] *Rech, W.,* Arch. Gyn., 145, 714 (1931). [15] *Sachs, H.,* Pflügers Arch., 536 (1922). — [16] *Strassmann, E.* und *Steffan, H.,* Ztbl. Gyn., 57, 1, 610 (1933). — *Strassmann, E.,* Proc. Staff. Meet. Mayo Clin. Rochester, 11, 778 (1936). — *Derselbe,* Proc. Staff. Meet. Mayo Clin. Rochester, 13, 251 (1938). — *Strassmann, E.* und *Mussey, R.,* 36, 986 (1938). — [17] *Vogt, E.,* Fschr. Röntgenstr., 28, 5 (1921).